

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-090988

(43)Date of publication of application : 06.04.1999

(51)Int.Cl.

B29C 67/00  
G02B 26/10  
// B29K105:06

(21)Application number : 09-276668

(71)Applicant : HYPER PHOTON SYSTEM:KK

(22)Date of filing : 25.09.1997

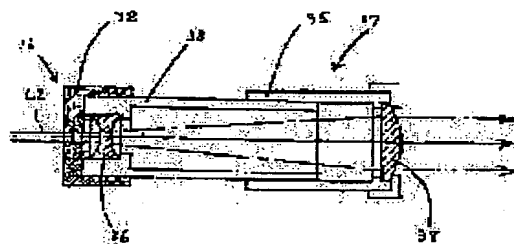
(72)Inventor : MATSUMOTO YUJI

## (54) OPTICAL SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate regulation of an optical axis of an expander by forming the expander integrally with an aperture, and hence limiting number of components to a necessary minimum limit, thereby reducing a cost price.

SOLUTION: An outer cylinder 35 of an expander 17 is formed in a cylindrical shape. And, lenses 36 and 37 are provided in the cylinder 35. An aperture 16 is formed in a cap-like shape formed of a disc and a shallow cylindrical part 32 protruding to one surface side of a peripheral edge of the disc. And, a small circular shape through hole is opened concentrically with a center of the disc at the disc. Further, the part 32 is connectible with an incident side part 38 of the cylinder 35 of the cylindrical shape. And, the part 32 of the aperture 16 is connected to the expander 17 regulated at its optical axis. Then, the cylinder 35 of the expander 17 is supported to a base of a body of a stereo lithographic apparatus. And, the lens 37 of an emitting side and the cylinder 35 for holding the lens 37 are moved in a direction of the optical axis by a linearly moving mechanism. Thus, number of components is limited to a minimum limit to reduce a cost price. And, regulation of the axis of an entirety can be facilitated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

F-2/05

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-90988

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月6日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

B 2 9 C 67/00

B 2 9 C 67/00

G 0 2 B 26/10

G 0 2 B 26/10

Z

// B 2 9 K 105:06

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-276668

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月25日

(71) 出願人 397043466

株式会社ハイパー・フォトン・システム

東京都千代田区神田司町二丁目21番10号

(72) 発明者 松本 有史

東京都中野区上高田三丁目21番5号

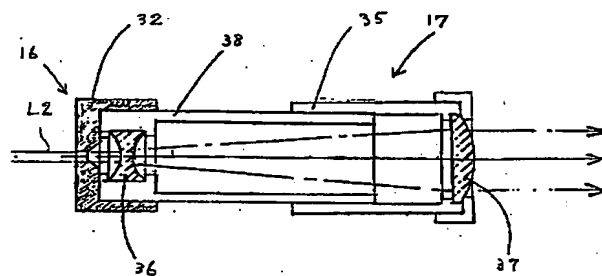
(54) 【発明の名称】 光学系

(57) 【要約】

【目的】 光造形装置用の部品の数が少なく、光軸調整が容易に行われるコンパクトな光学系を提供する。

【構成】 アパーチャとエキスパンダーとを一体に構成する。

【効果】 光軸調整が容易に行われるコンパクトな光学系が提供される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャーと、前記ビームの径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光学系において、前記アパーチャーと前記エキスパンダとは一体に形成されていることを特徴とする光学系。

【請求項 2】 光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャーと、前記ビームの径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光学系において、前記エキスパンダの出射レンズを光軸方向に移動させ、前記ビームの前記液面を照射するスポット径を変更するスポット径変更手段を具備することを特徴とする光学系。

【請求項 3】 光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャーと、前記ビームのビーム径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光学系において、前記固体パルスレーザから出射する前記ビームをほぼ平行で且つ 0.8～1.2 mm のビーム径を有するビームに縮小するビーム径縮小手段を具備し、前記ビームは前記ビーム径縮小手段を経由してから前記変調器に入射することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学系。

【請求項 4】 前記集光レンズが  $f\theta$  レンズであることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光学系に関し、なかでも光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に搭載する光学系に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光の照射により硬化する液状物質である光造形用樹脂の液面を選択的に光で走査して照射し、立体的な硬化物を造形する光造形装置が実用されて

いる。

【0003】 従来の、光造形装置に搭載する光学系は図 8 に示すようなものがあつた。光源 1 から射出した光束 L1 は光学系 2 により導かれ、光造形用樹脂の液面 3 を走査する。光学系 2 は、光学モジュール 4、変調器 5、光学モジュール 6、アパーチャ 7、エキスパンダ 8、コンデンサレンズ 9、走査器 10 から構成されている。そして光源 1 と光学モジュール 4 との間、及びアパーチャ 7 とエキスパンダ 8 との間にそれぞれ 2 枚のミラー（不図示）が設けられ、光路を偏向させている。光学モジュール 4 は光源 1 から射出した光束 L1 のビーム径を縮小するためのものであり、光学モジュール 6 は変調器 5 から射出した光束 L1 のビーム径を拡大しつつ平行光束にするためのものであり、エキスパンダ 8 はコンデンサレンズ 9 を透過した光束 L1 の液面でのビーム径を小さくするためのものである。コンデンサレンズ 9 は液面 3 のどこでも合焦するように走査器 10 の走査と連動して光軸方向に移動する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の光学系は構成部品の数が多かつた。例えば変調器の前後には、それぞれに光学モジュールを設ける必要であり、又 4 枚以上のミラーが設けられていた。アパーチャはエキスパンダと隔離して設置され、個別に光軸調整する必要があつた。またコンデンサレンズは高速に光軸上を移動する必要があつた。

【0005】 このように部品数が多いのに加え、二次元又は三次元に移動調整すべき部品が多く、これらの光軸調整の手間が加重して、原価低減を困難にするという問題があつた。更に光路が長く、ミラーによる偏向の回数が多く、装置全体の大きさが大きくなるという問題もあつた。コンデンサレンズはビーム径の調節のための直線移動に重ねて、合焦のために走査器と同期した往復運動を行わなければならない、これが走査速度を制限する原因となるという問題があつた。

【0006】 本発明は上記の課題に鑑み、部品の数を必要最小限にして原価の低減をはかるとともに光軸調整が容易に行われる光学系を提供することを目的とする。併せて走査速度を制限する要因が除去された光学系を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャーと、前記ビームの径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光

光学系において、前記アパーチャと前記エキスパンダとは一体に形成されていることを特徴とする光学系を構成した。

【0008】更に、光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャと、前記ビームの径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光学系において、前記エキスパンダの出射レンズを光軸方向に移動させ、前記ビームの前記液面を照射するスポット径を変更するスポット径変更手段を具備することを特徴とする光学系を望ましいものとして構成した。

【0009】光の照射により硬化する液状物質の液面を選択的に前記光で照射することにより硬化物を造形する光造形装置に装備され、固体パルスレーザと、前記固体パルスレーザから出射するビームに角度ドリフトを付与する変調器と、前記ビームの通過を制限するアパーチャと、前記ビームのビーム径を拡大するエキスパンダと、前記ビームを二次元に走査する走査器と、前記ビームを前記液面に集光する集光レンズとが前記ビームの光路上に順次設置されて構成される光学系において、前記固体パルスレーザから出射する前記ビームをほぼ平行で且つ0.8~1.2mmのビーム径を有するビームに縮小するビーム径縮小手段を具備し、前記ビームは前記ビーム径縮小手段を経由してから前記変調器に入射することを特徴とする光学系を望ましいものとして構成した。

【0010】前記集光レンズがfθレンズである光学系を望ましいものとして構成した。

#### 【0011】

【作用】請求項1に記載の発明では、アパーチャとエキスパンダとは一体に形成されている。請求項2に記載の発明では、エキスパンダは合焦動作を行わず、エキスパンダの出射レンズが光軸方向に移動してスポット径が変更される。請求項3に記載の発明では、ビーム径縮小器が固体パルスレーザの直後に配置され、ほぼ平行且つ所定のビーム径に縮小して変調器に入射させる。請求項4に記載の発明では、fθレンズがビームを液面に集光する。

#### 【0012】

【実施例】本発明の一実施例に係る光学系を図1~図5により説明する。図1は光学系の全体図、図2はアパーチャの断面図、図3はアパーチャとエキスパンダとの断面図、図4はエキスパンダの直線移動機構についての説明図、図5はビームの収束角と液面のスポット径との関係を説明する説明図である。光源11から射出した光束L2は光学系12により導かれ、光造形用樹脂の液面3

を走査する。光学系12は、ミラー13、変調器14、ミラー15、アパーチャ16、エキスパンダ17、走査器18、fθレンズ19から構成されている。変調器14には断続信号出力手段20が、又エキスパンダ17にはスポット径制御手段21がそれぞれ接続している。

【0013】光源11は固体パルスレーザである。レーザ結晶にはNd:YVO<sub>4</sub>を使用している。Nd:YVO<sub>4</sub>の射出するレーザ光の波長は1064nmであるので高調波変換器を組み合わせで波長355nmの高調波を使用する。レーザ光の波形は、パルス周波数20kHzのとき、パルス幅5~10nsの山状のパルスがパルス間隔50μsで連続したものとなっている。レーザ結晶にはNd:YAG又はNd:YLFを使用してもよい。光源11の外形の大きさは400×400×920mm、ビーム径1.0mm、ビーム形状は真円、AOM効率85パーセント以上、損失18パーセント以下である。変調器14の前にビーム径縮小器が設置されることはなく、光束L2はミラー13で偏向した後直接変調器14に入射する。

【0014】ミラー13は光束L2の光路を90度偏向させる。変調器14には音響光学媒体が組み込まれ光の変調を行う。断続信号出力手段20からの断続信号は音響光学媒体にRF電気の印加するか否かのON-OFFである。RF電気の印加が印加されると音響光学媒体は入射光に角度δの角度ドリフトを付与し、射出光の光路は入射光の光路に対し角度δだけ偏向する。変調した光パルスの立上り時間はビーム径に比例し、ビーム径が大きいと立上り時間が長くなる。回折効率は、超音波パワーの大きさ、波長の長さ、トランスジューサへの電気入力大きさ等に依存するが、ビーム径の大きさにも依存し、次の様な関係がある。即ちビーム径が大きいとビーム形状が楕円化する現象が大きくなり、楕円化が大きくなると回折効率が低下する。ビーム径が極めて小さいとビーム形状が楕円化する現象は小さくなるが回折効率も著しく低下してしまう。又、ビーム径が過大である時は変調器5に入射する前にビーム径を縮小するレンズが必要であり、ビームウェストが絞られ回折効率も著しく低下してしまう。従って回折効率及び立上り時間の両点から、ビームはほぼ平行で且つ0.8~1.2mmの範囲が適当である。ミラー15は光束L2の光路を90度偏向させる。

【0015】アパーチャ16は円板31とこれの周縁の一面側に突起する浅い円筒部32からなる、いわゆるキャップ形状体をなし、変調器5から300mmの間隔において設置されている。円板31の中央には同心円状に直径1.0mmの小さい円形の貫通孔33が穿設されている。

【0016】エキスパンダ17はビーム径を拡大し所定の大きさの径のスポットをfθレンズによって液面3に形成させる。エキスパンダ17の外筒35は円筒形をな

5

し、レンズ36及びレンズ37が外筒35の中に設けられている。入射した光束L2はレンズ36及びレンズ37によりビーム径が拡大され射出される。外筒35の入射側の部分38の外形は円筒形になっており、アパーチャ16の円筒部32と係合可能となっている。従って光軸調整はエキスパンダ17について行い、この光軸調整されたエキスパンダ17にアパーチャ16の円筒部32を係合させれば、自動的にアパーチャ16の軸はエキスパンダ17の軸と一致し、アパーチャ16の光軸調整を別個に行う必要はない。アパーチャ16はエキスパンダ17とは最初から一部材として一体に形成してもよい。

【0017】エキスパンダ17の外筒35には固設された支持台39が直線移動機構40を介して、光造形装置の本体（不図示）に固設された基盤41に支持されている。直線移動機構40はスポット径制御手段21により制御され、エキスパンダ17の出射側のレンズ37とそれを保持する外筒35を光軸方向に移動する。直線移動機構40としてラックピニオン等の公知の機構を使用することができる。

【0018】走査器18は光束L2を二次元に走査するガルバノメータミラーである。f $\theta$ レンズ19はエキスパンダ17により径の拡大された光束L2を液面3の全面にわたって合焦させる。

【0019】次に光源11から射出した光束L2の動作について説明する。光束L2はミラー13により光路が90度偏向した後、変調器14に入射する。変調器14に断続信号出力手段20から継続信号が出力するときは、RF電気は印加されず、従って角度ドリフトは付与されず、光束L2は直進して射出する。遮断信号が出力するときは、RF電気が印加され、従って角度ドリフトが付与されて、光束L2は所定の角度 $\delta$ だけ偏向して射出する。本実施例では $\delta$ は4.7radに設定してある。

【0020】ミラー15により光路は90度偏向し、偏向した光路は光源11から出射する光束L2の光路と平行且つ逆方向になって、光束L2はアパーチャ16に入射する。変調器14とアパーチャ16との間隔は300mmに設定してあるから、アパーチャ16におけるドリフト量は1.4mmである。即ちドリフト量は貫通孔33の直径1.0mmより大きい。従って、継続信号が出力するときは、光束L2はアパーチャ16の貫通孔33を通過する。一方遮断信号が出力するときは、光束L2はアパーチャ16の貫通孔33に入射できず遮断される。

【0021】アパーチャ16の貫通孔33を通過した光束L2は、次いでエキスパンダ17に入射し、ビーム径の調整を受け、液面3に形成されるスポットの大きさが与えられる。即ち、エキスパンダ17のレンズ37は光軸方向に直線移動機構により直線移動が可能である。或る互いに異なる位置にレンズ37が移動したとき、図5

6

に示すように光束L2が42、43又は44に示されるような場合であると、液面3にそれぞれ焦点F1、F2、F3に合焦する。すると対応するスポット径はそれぞれD1、D2、D3となり、互いに異なった大きさのスポット径が形成される。

【0022】ついで光束L2は走査器18に入射して二次元に振られf $\theta$ レンズ19に入射する。f $\theta$ レンズ19は入射した光束L2を液面の全面にわたって均等によく合焦させる。

【0023】次に第2の実施例について図6及び図7により説明する。図6は光学系の全体図、図7はビーム径縮小器の断面図である。なお前記一実施例と同一又は類似の部分の記述は省略する。光源45から射出した光束L3は光学系46により導かれ、光造形用樹脂の液面3を走査する。光学系46は、ビーム径縮小器47、ミラー13、変調器14、ミラー15、アパーチャ16、エキスパンダ17、走査器18、f $\theta$ レンズ19から構成されている。光源45を構成する固体パルスレーザは大きさは450×450×960mm、ビーム径1.6mm、ビーム形状は真円、AOM効率85パーセント以上、損失18パーセント以下である。ビーム径縮小器47は外筒48とこれに保持されたレンズ49とレンズ50とから構成されている。ほぼ平行なビーム径の大きさ1.6mmの光束L3は入射してレンズ49により収斂された後、レンズ50により拡散され、入射した時よりビーム径の小さい0.9mmとなり、且つほぼ平行光束となって射出され変調器14に入射する。変調器14に入射するために適当なビーム径の大きさは前述した通り0.8～1.2mmであり、このビーム径は、過大でもなく又過小でもなく、適当である。

【0024】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、部品数が減少するから原価の低減がはかられ、アパーチャとエキスパンダを個別に光軸調整する必要がなく、全体の光軸調整が容易に行われるようになる。請求項2に記載の発明によれば、エキスパンダは合焦動作に関与しないから、エキスパンダによる走査速度を制限する一要因が除去される。請求項3に記載の発明によれば、ビーム径縮小器が固体パルスレーザの直後に配置され、ほぼ平行且つ所定のビーム径にして変調器に入射させることにより、変調器から射出するビームはほぼ平行でそのままアパーチャに入射することができ、変調器とアパーチャとの間に光束の拡がりを変更するための光学モジュールを設置する必要がないから部品数の減少と光軸調整の手間が軽減される。請求項4に記載の発明によれば、エキスパンダから合焦用レンズとしての機能を除去でき、従って走査速度を制限する一要因が除去され、走査速度を大きくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の光学系の全体図である。

7

【図2】本発明の一実施例のアパーチャの断面図である。

【図3】本発明の一実施例のアパーチャとエキスパンダとの断面図である。

【図4】本発明の一実施例のエキスパンダの直線移動機構についての説明図である。

【図5】本発明の一実施例のビーム径と液面のスポット径との関係を説明する説明図である。

【図6】本発明の第2の実施例の光学系の全体図である。

【図7】本発明の第2の実施例の光のスポットとそのビ

8

ッチとについての説明図である。

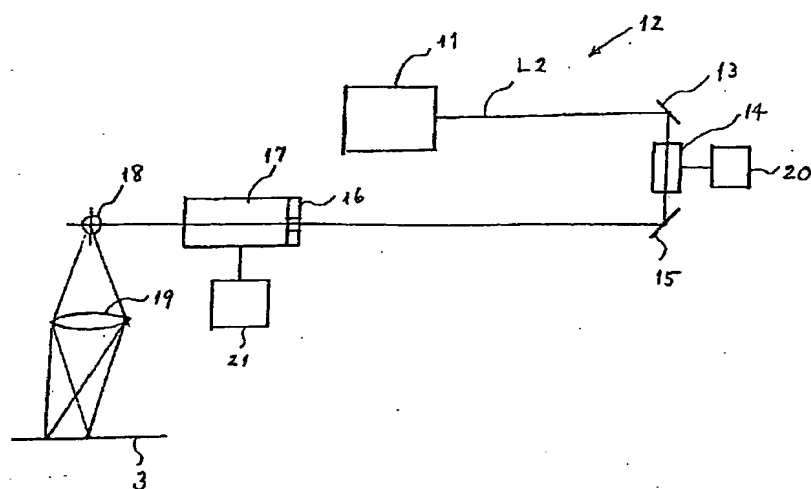
【図8】従来の従来の光学系概略図である。

【符号の説明】

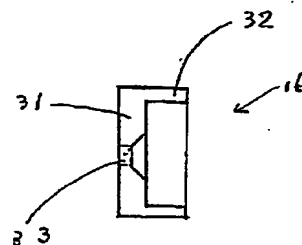
1、11、45・・・光源、L1、L2、L3・・・光束、2、12、46・・・光学系、5、14・・・変調器、7、16・・・アパーチャ、8、17・・・エキスパンダー、9・・・コンデンサレンズ、10、18・・・走査器、19・・・ $f\theta$ レンズ、33・・・貫通孔、35・・・外筒、40・・・直線移動機構、47・・・

10 ビーム径縮小器

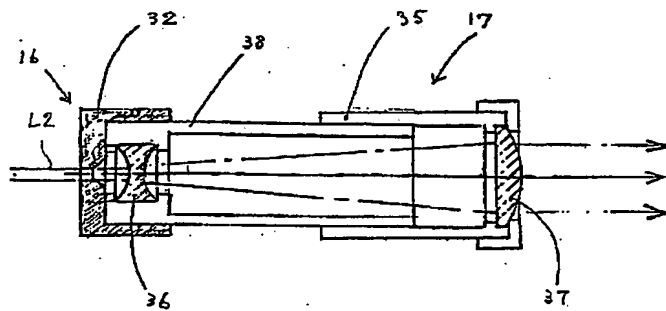
【図1】



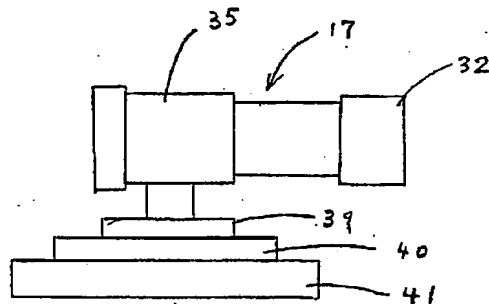
【図2】



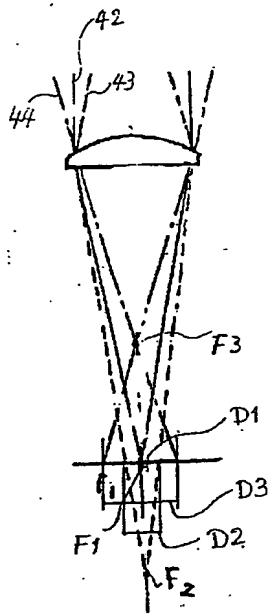
【図3】



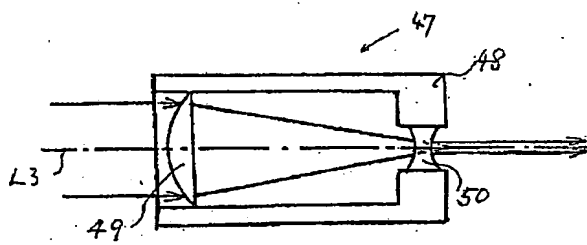
【図4】



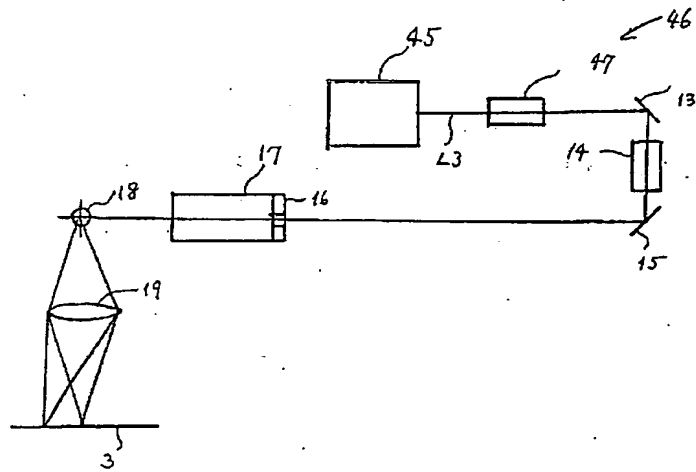
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

